

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-169684

(43) 公開日 平成7年(1995)7月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
B 0 5 D 1/40		A 7717-4D		
G 0 3 F 7/16	5 0 2	7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 6 4 D

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-214426

(22) 出願日 平成6年(1994)9月8日

(31) 優先権主張番号 1 1 8 5 3 8

(32) 優先日 1993年9月8日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク
ニューヨーク アヴェニュー オブ
ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 トーマス エヴァンス アダムス

アメリカ合衆国 18049 ペンシルヴァニア,
エマウス, チェローキー ストリート
3282

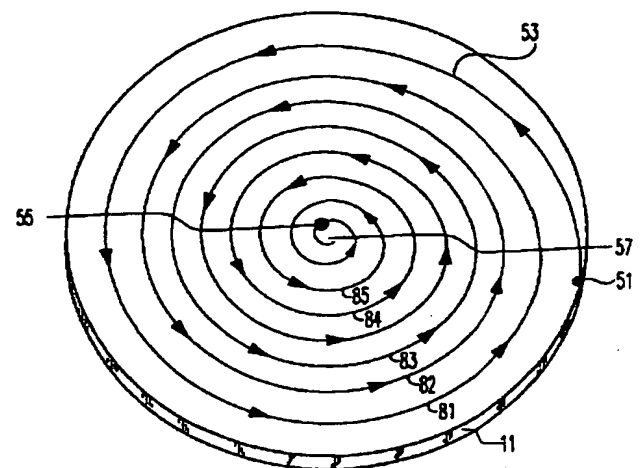
(74) 代理人 弁理士 岡部 正夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 レジスト堆積方法

(57) 【要約】

【目的】 基板上へレジストの均一な薄膜を形成すること。

【構成】 半導体ウェハー等の基板であるウェハー (11) へフォトリソグレイ等の材料の堆積をする場合において、ウェハー (11) を回転させ、また堆積を、ウェハー (11) のエッジ (51) で開始するとともに螺旋 (53) 状のパターンで内側に向かって移動することにより、従来方法よりも均一な被覆が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体集積回路の製造方法であって、ウェハ（例えば 11）を速度 r_1 で回転する工程を有し、更に、

前記ウェハ（例えば 11）のエッジ（例えば 51）においてレジストの堆積を開始する工程と、

前記ウェハの中心（例えば 55）に向かって延在する螺旋状のパターン（例えば 53）で前記レジストを連続して堆積する工程と、

前記堆積を終了させる工程と、

より速い速度 r_3 で所定の時間だけ前記ウェハ（例えば 11）を回転する工程とを有することを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

【請求項 2】 前記ウェハ（例えば 11）の回転速度を速度 r_3 から速度 r_2 へ減速させ、また所定時間だけ前記ウェハ（例えば 11）を回転し続ける工程を更に有し、ただし $r_3 > r_2 > r_1$ であることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 r_1 が 30-400 rpm であることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 r_3 が 3-4 K rpm であることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】 r_2 が 800-1 K rpm であることを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 6】 前記レジストの堆積率が、前記ウェハの前記中心付近よりも前記ウェハの前記エッジ付近が高いことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】 前記材料堆積率が可変であることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】 前記基板が円形で半径を有し、また前記堆積率が、前記半径の中央部分よりも前記基板の中心が低いことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】 前記レジストがウェハの中心に向かって延在する螺旋状のパターンで連続して堆積された後に前記レジストがウェハの中心からウェハのエッジに延在する螺旋状のパターンで連続して堆積されることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般的に、基板上に薄膜を堆積する方法に関し、特に、半導体基板上にレジストタイプの材料を堆積して半導体集積回路を製造する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現代の様々な技術は、固体基板上への液体材料の正確な堆積に依存している。正確に均一な薄膜を得ることが常に望まれているが、そのような均一性を成し得る方法はなかなか得がたいものであった。

【0003】 このような好例として、レジスト（多くはフォトリソ）を半導体ウェハ上に堆積させる半導

体産業が挙げられる。その場合においてレジストは、それに続いて焦点板を介して露光された後、レジストの一部が取り去られることから、基板の下地面部分が、例えば、エッチング材やドーパ材にさらされる。

【0004】 フォトリソを用いる従来方法では、チャンバ内のチャック上へ半導体ウェハを設置することを必要としている。その場合、端部に分配チューブを有するアームが、通常、ウェハの中心上に配される。アームに連結したポンプが駆動され、また低速で回転しているウェハの中心にこねたフォトリソが落とされる。その後、ウェハはかなり高速で回転させられる。これにより、ウェハのエッジに向かってフォトリソが外へ移動するように遠心力がフォトリソに加えられるとともに、表面張力および粘着効果により表面上の流れやウェハのエッジ境界状態が制御される。そしてこの結果、ウェハの全体がフォトリソにより被覆される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の従来技術には様々な問題が存在する。まず、かなりの量のフォトリソが消耗される。このため、完成したウェハの表面上に最終的に必要な量よりも多くの量のフォトリソをウェハの中心へ落下させる必要がある。また、かなりの過剰のフォトリソが、工程における「高速回転」サイクルの間に端部から流出してしまう。更に、この従来方法では、通常は、図 1 に示されたものではない、平らでないフォトリソ薄膜が形成されてしまう。尚、図 1 では、符号 11 が半導体基板を示し、また符号 13 が形成されたフォトリソを示している。約 $1\mu\text{m}$ のわずかの厚みを有するフォトリソにおいて、ウェハの中心における点 17 の高さ（点 15 とウェハの中心とエッジとの中間に位置する点 15 との差異は、100 オングストロームから 200 オングストロームである。フォトリソ層における凹凸は、臨界特性の寸法（通常、同一の相対堆積位置に位置する）におけるばらつきを生じるので望ましくない。これらのばらつきは、レジスト内の感光性化合物（PAC）への露光エネルギーの結合における変化に起因する。この結合上のばらつきは、レジストの上面と底面との間における薄膜のスタンディングウェーブ効果により引き起こされる。

【0006】 更に、多くの現在の半導体製造者により製造された装置は、ウェハの中心に分散流の中心が正確に位置しない。フォトリソの最初の堆積がウェハの中心に位置していないため、仕上がったフォトリソパターンは、しばしば図 1 に示したものよりもいくらか複雑なものとなっている。その仕上がったパターンは、一様に望ましくない凹凸がある。

【0007】 正確な厚みの薄膜の形成が望まれる他の分野と同様に半導体の開発分野においても上述の問題を解

10

20

30

40

50

3

消する方法が研究され続けている。

【0008】

【課題を解決するための手段】従って、本発明の目的は、上述の問題を解消し、基板上にレジストを正確に均一に堆積した薄膜を形成することにある。

【0009】上記の課題は、基板を軸の周りに回転させる工程を含み、図示した実施例を含む、本発明に係わる基板の被覆方法により、解決することができる。材料の堆積は基板のエッジの付近で開始され、また基板の表面にわたって螺旋状のパターンで連続して行われる。

【0010】

【実施例】図2に、フォトレジストの堆積に用いる装置を示した。ウェハ11は、その中心がスピンドル21に接続したチャック19上に支持されている。可変速モータ23は、スピンドル21を駆動し、それにより、ウェハ11の回転速度を制御する。ハウジング25は、ウェハ11およびその被覆に用いる装置を収容している。気流29および27は、図示しない源からウェハ11の表面を横切り、ウェハ11のエッジへ下がり、最後にウェハの下へ流れる。気流内の乱流および渦が存在して、被覆に影響を与えることが知られている。

【0011】分配チューブ35は、ポンプ33で駆動する分配アーム31と接続している。これにより、アーム31の半径方向への移動もしくは枢軸点32を中心にした枢軸運動が可能となる。

【0012】図3は、従来の方法で用いられた堆積率と共にウェハ回転速度を示すグラフである。これは、ウェハが最初のゆっくりとした速度 r_1 （約800rpm）で回転され、レジストの最初の量を時間 t_1 と t_2 の間（ $t_2 - t_1 =$ 約3.5秒）にウェハへ落とす。従来の方法では、直径125mmのウェハ用の場合には、ポンプ33（典型的には、ダイヤフラムポンプ）の全出力（典型的には4.5~5ml）が分配チューブを介して、 $t_2 - t_1$ の時間内においてウェハ上へ短い連続的なパルスで噴出される。レジストがウェハのほぼ中心へ落とされた後、 t_3 と t_4 との間で、回転速度は（約8Krpm/秒において）より早い速度 r_2 （約5.6Krpm）に回転速度は加速される。 t_4 から t_5 の間（ $t_5 - t_4 =$ 約15秒）に相当する期間が経過し、レジストがウェハの外周およびそれを越えて流れ出た後、 t_5 から t_6 の間に速度はゼロに急速に減速される（裏面洗い落とし、あるいはエッジの気泡の取り除き工程も行われる）。

【0013】図3に示した、従来技術で採用された方法は、ウェハのほぼ中心にフォトレジストのたまりを堆積する工程を含んでいる。

【0014】これとは対照的に、本出願人の方法では、ウェハのエッジへの堆積開始、ウェハの中心に向かう螺旋状の堆積工程（および好ましくは、エッジに向か

4

う螺旋状の戻り）が用いられる。その一例として、図4に、ウェハ11を示した。このウェハの外周の近傍に位置する点51から堆積を開始する。螺旋53は、ウェハ11の中心55に向かって半径方向内側へ移動するような分配チューブ35の大体の中心位置を示す。当然のことではあるが、螺旋53は、分配チューブ35の大体の中心だけを示している。ウェハの表面全体が通常は被覆される。分配チューブ35は、中心55上に配された後、中心を少し越えて移動し、これにより尾部57を生成する。その後分配チューブ35はウェハ11の外周に向かって移動する。この移動の間、レジストは、プログラムされた割合（すなわち、移動した単位面積ごとの量）分布（後述する）に従って分配される。

【0015】ここで、図4に示された構成において、分配チューブ35が中心55に到達した時、もしくは更に尾部57を生成した後に、フォトレジスト分配を終了しないようにすることができる。典型的なフォトレジストポンプが（その吸い戻し能力にも拘らず）流れの終了工程において連続する流れから分離されるしずくを生成することから、フォトレジストの流れを、これらどちらの点においても終了しないことがしばしば望まれる。この余分なしずくは、形成したフォトレジストの最終的な凹凸の原因となり得るものであって望まざるものである。そこで、螺旋を巻き戻し、または少なくともウェハのエッジへ通過した中心から進む別の螺旋を作ることで、最後のしずくが、ウェハのエッジ（集積回路が製造されないところ）に落ちるようにするか、あるいはウェハのエッジを通過するようにする。このようなパターンは、中心55をわずかに過ぎて「尾部」57を生成するよう慎重に設計され、これにより中心の被覆を確実にする。フォトレジストのしずくをウェハの中心へ形成し、ウェハを回転してフォトレジストを平らにする従来の方法とは異なり、本発明の方法では、ウェハのエッジから中心に向かい、中心を通過し、また次いでウェハのエッジに逆戻りする、連続的に制御されたフォトレジストの堆積を利用するものである。

【0016】本出願人は、ウェハ上への堆積点を連続的に変化することが素晴らしい結果を生み出すことだけでなく、ウェハ11の回転パターンおよび堆積率における変化も望ましいものであることを見出した。

【0017】図示した実施例を次に説明する。図5を参照して、ウェハ（5インチの直径を有する）を最初、約30-400rpmの速度範囲 r_1 で回転する。時間 t_1 と t_3 の間（ $t_3 - t_1 =$ 約5から10秒）で、フォトレジストは全ウェハ上に堆積される（約3.5mlが堆積される）。時間 t_4 において、速度は3-4Krpmの速度 r_3 に加速される。時間 t_5 と t_6 の間（ $t_6 - t_5 =$ 約2から5秒）において堆積の仕上がり

50

5

で、速度は速度 r_2 (例えば $800 \text{ rpm} - 1 \text{ K rpm}$) に減速される。その後、更に約 30 秒間の追加の時間だけウェハは回転される。この追加の回転サイクルにより、フォトレジストから減少された割合で余分な溶剤が取り除かれてフォトレジストの薄膜の厚みが更に平らになる。更に、本出願人は、従来方法とは異なり、ウェハ上に多量のフォトレジストをいきなり落とすことが好ましくないことを見出した。このため、図 5 に示した堆積率が用いられる。例えば、図 5 の曲線 71 は、表面を湿らせ最初のたまりを形成するために分配チューブがウェハの外周上の点 51 上に位置する、時間 t_1 における最初の少量の堆積を示している (傾斜部 72 および 74 で示したように、堆積は徐々に開始し、徐々に終了する)。そして、分配チューブ 35 がウェハ 11 の半径より比較的大きく移動する間、堆積率は所定の値 d_1 へゆるやかに増加する。螺旋状の通路の半径が減少するにつれ、堆積率は減少し最終的にはウェハ 11 の中心 55 近くの値 d_2 に到達する。そして、このサイクルは繰り返され、また堆積率は分配チューブ 35 がウェハ 11 のエッジに近づくにつれて約 d_1 に戻り、また徐々にゼロへ減少する。ここで、図 5 の曲線 71 によって示された堆積率は 1 つの例示にすぎない。さまざまな状況により異なる形状の曲線が示される。例えば、ウェハ上のある点上における不十分なレジストの形成に対する保証をするために、図 1 の点 15 と類似したウェハ上の点においてわずかに多い堆積を (点 76 と 73 における率の増加に応じて) 提供するためには、曲線 73 のような形状の曲線を用いることが好ましい。さらに、下層の微細構成あるいは下層 (例えば、シリコン、ホロホソケイ酸塩ガラス、アルミニウム) に応じて、他の堆積率が必要となる。

【0018】上記の通り、ポンプ 33 は、時間もしくは同等物の関数 (すなわち、ウェハ 11 上の分配チューブの位置 35 の関数) として、堆積されたフォトレジストの量を可変的に制御する機能を持つことが好ましい。*

6

* 【0019】均一のレジストを供給することによる利点に加えて本発明は、その後のリトグラフされた線幅の均一性を確保するのに役立つ。このようにして、ウェハはレジストで前被覆される。最初に堆積したレジストの輪郭は、レジストの所望の最終的輪郭に近い。このため被覆工程に使用されるレジストはわずかな量であり、更にレジストの急速回転はほとんど必要ない。この発明は、ウェハの中心に関して異なった方向性を有する地形学上の特徴によるレジストの流れの相違によって引き起こされる問題を緩和する。

【0020】本発明は、クオーツ (マスクや検査ウェハ用に意図された) のレジスト被覆、金属化ガラスや平面パネルディスプレイのクオーツにおけるレジスト被覆などの他の基板の被覆にも適応できる。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、わずかな量のレジストで、正確に均一なレジスト薄膜が形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】液体材料で被覆された基板の断面図である。

【図 2】本発明の実施例を理解するために有用な斜視図である。

【図 3】本発明の実施例を理解するために有用なグラフである。

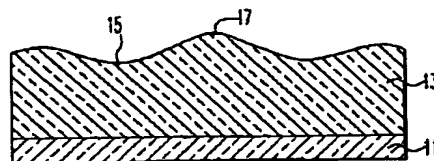
【図 4】本発明の実施例を理解するために有用な斜視図である。

【図 5】本発明の実施例を理解するために有用なグラフである。

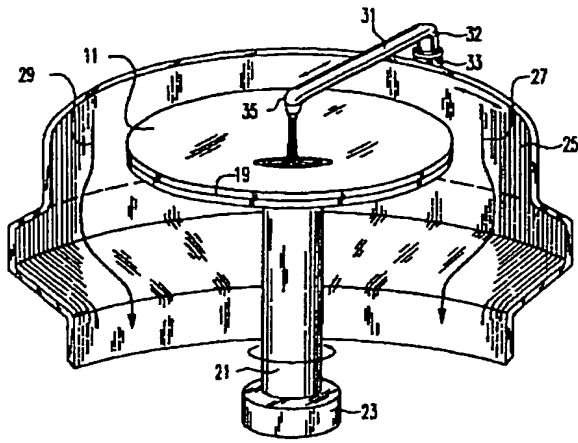
【符号の説明】

- 11 ウェハ
- 23 可変速モータ
- 31 分配アーム
- 33 ポンプ
- 35 分配チューブ

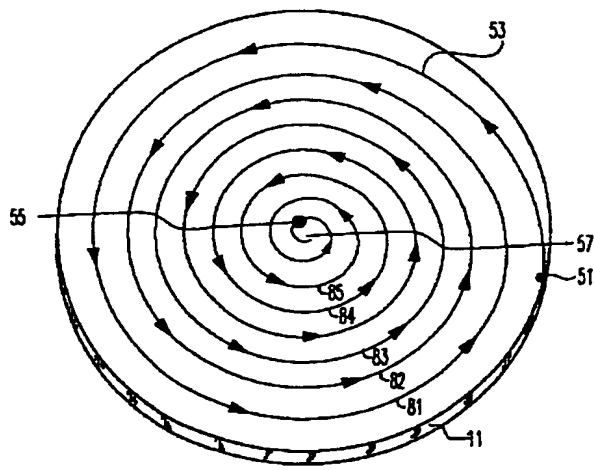
【図 1】



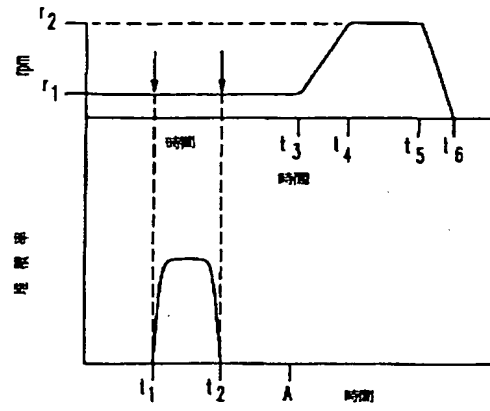
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

